



IAEA

International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Мониторинг и оценка дозы

Учебно-методический материал по радиационной защите персонала уранодобывающих и перерабатывающих предприятий

Содержание



- Программы управления и мониторинга
- Расчет доз
- Другие аспекты (контроль качества, ведение документации, квалификация персонала, коммуникация, отчетность и т.д.)
- Ключевая информация

Основные направления деятельности

- Основные причины проведения мониторинга
- Описание методов мониторинга
- Оценка доз, полученных работниками по каждому из путей облучения

Программа мониторинга



- Мониторинг: Процесс, включающий в себя проведение измерений в целях оценки или контроля облучения вследствие воздействия радиации и радиоактивных материалов.
 - Измерения играют важную роль в любой программе мониторинга, мониторинг – **это больше, чем просто измерение**; он также включает **интерпретацию и оценку**

Программа мониторинга – Цели



- Для любой **программы** мониторинга для защиты населения и окружающей среды
 - Проверка соблюдения требований по разрешенным пределам сброса и любых других нормативных требований, касающихся воздействия на население и окружающую среду в ходе нормальной эксплуатации источников излучения и обращения с ними
 - Предоставление информации и данных для оценки доз, а также для оценки воздействия или потенциального воздействия на население вследствие присутствия радиоактивных материалов или радиационных полей в окружающей среде в результате нормальной эксплуатации источника или обращения с ним, а также в результате аварий или деятельности в прошлом
 - Проверка условий эксплуатации и адекватности мер контроля за сбросами, а также оповещение о необычных или непредвиденных ситуациях и, при необходимости, запуск специальной программы экологического мониторинга

Программа мониторинга – Цели



- Вспомогательные цели,
 - Предоставление информации общественности
 - Ведение непрерывного учета влияния производственного объекта или деятельности на уровни содержания радионуклидов в окружающей среде
 - Верификация моделей окружающей среды в целях их корректировки и уменьшение неопределенности при оценке дозы.

Программа мониторинга – Цели (в уранодобывающей промышленности)



- Оценить дозовые нагрузки работников и продемонстрировать соответствие нормативным требованиям;
- Подтвердить эффективность производственных практик (например, адекватность надзора и обучения) и инженерных систем управления;
- Оценка радиационной обстановки на рабочих местах (находятся ли они под адекватным контролем и улучшили ли или ухудшили ли эксплуатационные изменения ситуацию);
- Оценить и оптимизировать производственные практики при помощи анализа собранных данных мониторинга для отдельных лиц и групп.
- Предоставить информацию, которая может быть использована в целях информирования работников, когда и где они подвергаются облучению, и мотивировать их получать меньшие дозы облучения;
- Предоставить информацию для оценки доз в случае аварийного облучения.

- Кроме того, данные мониторинга могут быть использованы:
 - Для анализа рисков и выгод;
 - Дополнять медицинские записи;
 - Для эпидемиологических исследований облученного населения.

Обязанности



- **Безопасность, здоровье и благополучие работников**
- **Ответственность руководства**
 - Обеспечение оптимальной защиты и безопасности
 - Требования о непревышении применяемых пределов доз соблюдаются
 - Соответствующие программы радиационной защиты разработаны и внедрены
- Весь персонал, управляющий или работающий на руднике в любом качестве, несет ответственность в той или иной форме за обеспечение радиационной защиты.
- Все работники и подрядчики (рабочие) должны соблюдать все меры радиационной защиты в соответствии с занимаемой должностью.

Обязанности



- **Ответственность работодателя («обязанность заботиться»)**
 - обеспечить и поддерживать безопасные условия труда на рабочем месте;
 - предусмотреть применение системы стандартов безопасности труда;
 - предоставлять информацию и инструкции, проводить обучение;
 - обеспечить производство безопасным оборудованием и осуществлять его техническое обслуживание;
 - обеспечить наличие адекватных СИЗ;
 - Обеспечить укомплектование предприятия компетентными кадрами для эффективного управления и осуществления контроля.
- Работодатель обязан обеспечить, чтобы производственные практики в части безопасности и охраны труда были оптимизированы в соответствии с Программой радиационной защиты для всех работников, задействованных в работах, при выполнении которых имеет место быть или возможно профессиональное облучение.

Обязанности



- **Ответственность работника**
 - обеспечить собственное здоровье и безопасность, следуя правилам и процедурам, установленным руководством.
 - следить за тем, чтобы их действия не оказывали негативного влияния на безопасность и здоровье окружающих.
- Считать радиационную защиту неотъемлемой частью общей программы по безопасности и охране труда
- Осознавать, что у работника есть определенные обязанности и ответственность за защиту себя и окружающих
- Работники через своих представителей, где это уместно, имеют право отказаться выполнять работу, сопряженную с опасностью, если у них есть разумные основания полагать, что существует риск для их здоровья и безопасности.
- В таких обстоятельствах работники должны немедленно проинформировать своих руководителей.

Типы программ мониторинга

- **Только один компонент Программы радиационной защиты (RPP)**
- **Основные виды:**
 - Текущий мониторинг;
 - Специальный мониторинг;
 - Подтверждающий мониторинг;
 - Мониторинг, связанный с выполнением конкретного задания
- Каждый из этих типов мониторинга затем можно подразделить на основе местоположения (индивидуальный мониторинг или мониторинг на рабочем месте) и путей облучения.

Типы программ мониторинга

- **Индивидуальный мониторинг и мониторинг рабочего места**
 - Внешнее облучение
 - Внутреннее облучение
 - Поверхностное загрязнение
- Зависит от таких факторов, как тип и энергия излучения и участвующих радионуклидов.
- Структура должна отражать цели, которые четко определены и записаны.
- Необходимо проводить различие между мониторингом для контроля технологического процесса и мониторингом для формализованной оценки облучения, проводимой в целях обеспечения соответствия нормативным требованиям.
- Используемое оборудование должно соответствовать типу излучения, физической форме материала источника на рабочем месте, а также должно быть откалибровано в соответствии с установленными стандартами.

Программы Мониторинга



- Программа должна удовлетворять требованиям по обеспечению качества (QA), интегрированным в систему менеджмента, в целях обеспечения установления процедур и их соблюдения, а также своевременного внесения записей и их актуализации.
- Программа мониторинга должна содержать информацию о записях, которые необходимо хранить, а также соответствующие процедуры для хранения и удаления записей.
- Регулярно пересматривается через заранее определенные промежутки времени или вследствие выявления любых существенных изменений при эксплуатации установки или в нормативных требованиях.
 - Для обеспечения целесообразности проведения мониторинга (с учетом типа, частоты и степени).
 - В целях выявления позитивных и негативных аспектов рабочих процедур и в их проектных характеристиках.

Демонстрация соответствия



- Соответствие нормативным требованиям в отношении доз работников, сбросов и других вопросов, касающихся защиты и безопасности
- Общие требования безопасности, Часть 3
 - Зарегистрированные лица и лицензиаты, а также работодатели осуществляют мониторинг с целью проверки соблюдения требований по обеспечению защиты и безопасности.
 - Регулирующий орган устанавливает требования в отношении осуществления мониторинга и измерений с целью проверки соблюдения требований по обеспечению защиты и безопасности.
 - На регулирующий орган возлагается ответственность за рассмотрение и одобрение программ мониторинга и измерений, осуществляемых зарегистрированными лицами и лицензиатами.

Демонстрация соответствия (Оператор)



- Критерии определения техники
 - **Чувствительность:** метод должен обладать достаточной чувствительностью, чтобы продемонстрировать, что результаты находятся в рамках нормативных и установленных на уровне предприятия пределов;
 - **Проверяемость:** важно иметь возможность продемонстрировать, что результаты мониторинга являются корректными и точными. Предусматривается возможность проверки, а также документированный учет проб и дозиметров. Необходимо проведение текущего ремонта, тестирования и калибровки оборудования через соответствующие промежутки времени в соответствии с принятыми на национальном или международном уровне стандартами;
 - **Приемлемость методов:** оборудование, дозиметры, процедуры, аналитические методы и алгоритмы должны удовлетворять требованиям регулирующего органа и, насколько это практически возможно, соответствовать всемирно признанным стандартам и методам;
- Необходимо вести записи о результатах мониторинга и проверки соответствия, в том числе записи испытаний и калибровок, и предоставлять их регулирующему органу.

Производственный контроль

- ОТБ, часть 3: Зарегистрированные лица и лицензиаты в надлежащих случаях в сотрудничестве с работодателями устанавливают, осуществляют программу мониторинга рабочих мест, а также проводят ее регулярное рассмотрение под надзором лица, ответственного за радиационную защиту, или квалифицированного эксперта.
- Тип и частота проведения мониторинга рабочих мест устанавливаются такими, чтобы они были достаточными для:
 - оценки радиационной обстановки на всех рабочих местах;
 - оценки облучения в контролируемых зонах и зонах наблюдения;
 - анализа классификации контролируемых зон и зон наблюдения.
- основывались на мощности дозы, концентрации активности в воздухе и поверхностном радиоактивном загрязнении, а также на их ожидаемых колебаниях и на вероятности и величине облучения в случае ожидаемых при эксплуатации событий и в аварийных условиях.

Производственный контроль (Критерии)



- Основными критериями производственного контроля являются:
- **Оперативность и доступность:** результаты должны предоставляться операторам своевременно. В целях осуществления контроля за технологическим процессом может применяться мониторинг в реальном времени;
- **Ясность и простота для менеджеров и работников.** В целях обеспечения операторами надлежащего контроля результаты оперативного мониторинга должны предоставляться в виде объективной информации о состоянии процессов или обстановке на рабочих местах.

Оценка профессионального облучения



- ОТБ, часть 3: Регулирующий орган устанавливает требования в отношении мониторинга и регистрации профессионального облучения в ситуациях планируемого облучения и обеспечивает соблюдение этих требований. На работодателей, зарегистрированных лиц и лицензиатов возлагается ответственность за принятие мер по оценке и регистрации профессионального облучения и по наблюдению за состоянием здоровья работников.
- Критерий:
 - **Проверяемость:** важно иметь возможность продемонстрировать, что результаты мониторинга являются корректными и точными. Необходимо проведение текущего ремонта, тестирования и калибровки оборудования через соответствующие промежутки времени в соответствии с принятыми на национальном или международном уровне стандартами;
 - **Приемлемость методик:** Оборудование, дозиметры, процедуры, аналитические методы и алгоритмы должны быть приемлемыми для регулирующего органа и, насколько это практически возможно, соответствовать всемирно признанным стандартам и методам. Ожидается, что поставщики услуг дозиметрии будут лицензированы регулирующим органом;
 - Ведение записей облучений.

Группы персонала со схожими условиями облучения (ГСУ)



- Группы работников, которые подвержены схожим дозовым нагрузкам
- Цели:
 - Определение дозовых нагрузок на основе мониторинга обстановки на рабочем месте и заполняемости рабочей области
 - Оценка и анализ доз облучения, характера протекания технологических процессов во времени и эксплуатационных характеристик.
- При определении ГСУ необходимо учитывать следующие факторы:
 - Сходство и частота выполнения задач работниками в группе
 - Материалы, процессы и близость к источникам излучения при выполнении работ;
 - Сходство подходов к выполнению работ.

Использование уровней реагирования для проведения расследования или вмешательства

- Официальное расследование нарушений нормальных условий эксплуатации, возникших при эксплуатации объектов или проведении мероприятий
- В целях распространения информации, важной для защиты и безопасности.
 - Примеры: подробная информация о дозах, связанных с данной деятельностью, данные о техническом обслуживании, описания события и информация о корректирующих мерах, а также информация об опыте эксплуатации других соответствующих установок и видов деятельности.
- Какая-либо величина или какой-либо эксплуатационный параметр, имеющие отношение к обеспечению защиты и безопасности, превышает уровень расследования или выходит за пределы установленного диапазона эксплуатационных условий;
- Какой-либо отказ оборудования, какая-либо авария, ошибка, неполадка или какое-либо другое необычное событие или условие, которые потенциально могут приводить к превышению какой-либо величины того или иного соответствующего предела или эксплуатационного ограничения.

Соображения по дозам



- Пределы доз применяются ко всем оценкам доз на руднике.
- Пределы дозы устанавливаются на таком уровне, чтобы любое продолжительное облучение, приводящее к небольшому превышению предела дозы, влекло за собой дополнительные риски, которые можно было бы объективно охарактеризовать как неприемлемые в обычных обстоятельствах.
- Риск в случае облучения, при котором значения доз находятся вблизи или ниже установленных пределов, считается приемлемым.
- Уровень дозы, полученной человеком, при котором риск может считаться приемлемым, - это тот уровень, при котором деятельность сначала была обоснована, а затем была эффективно оптимизирована, что также предусматривает использование наилучшей практически осуществимой технологии и реализацию на разумно достижимом низком уровне с учетом экономических и социальных факторов.

Пределы дозы

	Эффективная доза (мЗв)	Конечности и кожа (мЗв)	Хрусталик глаза(мЗв)
Работники старше 18 лет; в среднем за последовательные 5 лет	20	-	20
Работники старше 18 лет	50*	500	50*
Стажеры 16/17	6	150	20
Население ⁺	1	50	15

- Оптимизация должна гарантировать, что большинство работников получают дозы ниже 20 мЗв в год. Ситуации, приводящие к тому, что работники получают дозы выше 20 мЗв в год, должны быть доведены до сведения регулирующего органа.
- По решению регулирующего органа, что усреднения за пять лет не требуется, и устанавливается годовой лимит дозы в 20 мЗв. Предел дозы для населения распространяется на нерожденных или грудных младенцев.

Оценка дозы для текущего мониторинга (разработка методологии)

- Использование данных статистически достоверной программы мониторинга, основанной на принципах надежного измерения.
- Оценка дозы;
 - Следовать процедурам и использовать вычислительные методы и данные, рекомендованные МКРЗ и МАГАТЭ;
 - Использовать исходные или стандартные значения расчетных параметров, если не утверждены другие значения (если измеренные значения доступны и обеспечивают большую точность, они могут использоваться где применимо);
 - Учитывать коэффициент защиты при выборе СИЗ, а также необходимость их применения должным образом в соответствии с эффективной программой по средствам индивидуальной защиты.

Оценка дозы для текущего мониторинга (разработка методологии)

- Метод оценки эффективной дозы представляет собой сумму доз по трем путям поступления:

- внешнее гамма-излучение;
- вдыхание пыли, содержащей долгоживущие радионуклиды (ПДЖР); и
- вдыхание продуктов распада радона (ДПР)

- Наиболее распространенным дозиметром, используемым на рудниках, является ТЛД.
- Оцененные дозы следует указывать в значениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ для сильнопроникающего излучения и $H_p(0,07)$ для слабопроникающего излучения.
- МКРЗ рекомендует использовать $H_p(10)$ для оценки дозы внешнего облучения всего тела и $H_p(0,07)$ для оценки доз для кожи, а также для рук и ног.

Оценка дозы для ПДЖР



- Вдыхание ПДЖР

$$H_{LLRD} = h_{LLRD} \times RD \times BR \times IT \times PF$$

H_{LLRD} ожидаемая эффективная доза при вдыхании ПДЖР (мЗв)

h_{LLRD} коэффициент дозового перехода (КДП) для соответствующей ПДЖР ($\text{мЗв} \cdot (\alpha\text{-част/с})^{-1}$)

RD концентрация ПДЖР в воздухе ($(\alpha\text{-част/с}) \cdot \text{м}^{-3}$)

BR частота дыхания для легкой активности (предполагается, что $1.2 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}^{-1}$)

IT время вдыхания (ч)

PF коэффициент защиты, с учетом того, что СИЗОД применялись должным образом (значение по умолчанию равно 1)

Оценка дозы для ПДЖР

- Расчеты дозы основаны на средней концентрации ПДЖР для каждой ГСУ и часов, потраченных на выполнение задачи или внутри данной ГСУ.
- Результаты берутся из квартальной или годовой сводной таблицы ПДЖР и вносятся либо в таблицу переходной ГСУ, либо в таблицу оценки годовой дозы.
- Частота дыхания: взято из модели дыхательных путей человека МКРЗ, где работник, подвергшийся профессиональному воздействию при выполнении легких работ (легкие упражнения в течение 5,5 часов + 2,5 часа в покое, сидя), вдыхает 9,6 м³ воздуха, что эквивалентно частоте дыхания 1.2 м³·ч⁻¹.
- Ношение СИЗОД: обычно используемые респираторные устройства классифицируются как респиратор с принудительной подачей воздуха (PAPR) и при использовании вместе с фильтром PAPR-P3 имеют коэффициент защиты 100.
 - Эффективная доза ПДЖР рассчитывается для тех операторов восстановления конечного продукта, которые носили PAPR, результат может быть умножен на PF 0,01 (1/100).
 - Обучение по использованию этого коэффициента защиты проводится в рамках инструктажа использованию СИЗ и защите органов дыхания. Если работники не прошли необходимый инструктаж, эффективная защита при использовании СИЗ не гарантируется, и фактор защиты не может быть использован.

Оценка дозы для дочерних продуктов радона

- Ингаляция дочерних продуктов распада радона (ДПР)

$$H_{RDP} = h_{RDP} \times RDP \times IT$$

H_{RDP}	ожидаемая эффективная доза при вдыхании ДПР (мЗв)
h_{RDP}	коэффициент дозового перехода (КДП) для дочерних продуктов радона ($mSv \cdot (мкДж \cdot ч \cdot м^{-3})^{-1}$)
RDP	концентрация ДПР ($мкДж \cdot м^{-3}$)
IT	время вдыхания (ч)

- Коэффициенты КДП для радона и ДПР получены из эпидемиологических исследований, проведенных МКРЗ, тогда как КДП для ПДЖР получены из модели защиты органов дыхания МКРЗ и физических данных о взаимодействии радионуклидов с тканями человека.
- Концентрации ДПР измеряются в различных зонах на территории рудника. Время вдыхания равно часам, отработанным в каждой зоне.
- Периодическая (ежеквартальная или годовая) оценка дозы для человека из-за вдыхания ДПР принимается равной средней концентрации ДПР в конкретной зоне, умноженной на время пребывания в этой зоне, а затем умноженной на КДП ДПР.

Оценка эффективной дозы

- Оценка эффективной дозы

$$E_T = H_p(10) + H_{LLRD} + H_{RDP}$$

E_T	эффективная доза с учетом всех компонентов (мЗв)
$H_p(10)$	индивидуальная эквивалентная доза сильно проникающего излучения в течение года (мЗв) – характерная глубина 10 мм
H_{LLRD}	ожидаемая эффективная доза при вдыхании ПДЖР (мЗв)
H_{RDP}	ожидаемая эффективная доза от вдыхания ДПР радона (мЗв)

- Оценка дозы за период: Сумма индивидуальных измерений с помощью ТЛД, оцененных в течение этого периода, и сумма доз от ПДЖР и ДПР
- ПРИМЕЧАНИЕ. Если работник был участником нештатной ситуации, где он мог непреднамеренно подвергнуться облучению, то доза, оцененная в результате этой нештатной ситуации, также будет включена в общую дозу за период оценки.*

Оценка дозы в рамках внепланового мониторинга



- Отбор проб на определение урана в моче проводится после нештатной ситуации, в ходе которой предположительно или фактически произошло поступление пероральным путем или вдыхание урансодержащего материала (метод кинетической фосфоресценции (Kinetic Phosphorescence Analyser Method -КРАМ), высокочувствительный)
- Отбор фоновой пробы: должен проводиться у работников до того, как они приступят к работе на перерабатывающем участке
 - У работников, которые не подвергаются воздействию урана на производстве, измерения используются для контроля качества
 - Работники, занятые на перерабатывающем участке, имеют наибольший риск облучения при работе с концентрированным урансодержащим материалом.
 - Работники на других участках перерабатывающего завода, где можно встретить урановый концентрат, могут также нуждаться в проведении анализа на содержание урана в моче вследствие нештатных ситуаций.

Оценка поступления (Рекомендовано МКРЗ)



- Параметры, необходимые для проведения оценки;
 - **Вдыхание или пероральное поступление:** обстоятельства, сопутствующие поступлению, будут определять режим поступления; ингаляционный или пероральный путь поступления;
 - **Растворимость:** продукты деления урана характеризуются средней степенью растворимости. Если растворимость источника неизвестна, принимается консервативный сценарий и используется степень растворимости, соответствующая наибольшей величине дозы.
- Через некоторое время после поступления, берется проба мочи. Результаты анализа и данные МКРЗ, позволяют оценить активность поглощённого радионуклида. Далее для определения эффективной дозы в результате поглощения используются стандартные методы оценки дозы от поступления радионуклида ингаляционным или пероральным путем.
- Результаты оценки фиксируются и учитываются при оценке индивидуальной дозы, полученной работником.

Беременные и кормящие работницы



- Оператор должен установить порядок, при котором осуществляется контроль дозовых нагрузок беременных работников, в целях обеспечения условий труда, при которых во время беременности вероятность случайных доз и поступления радионуклидов чрезвычайно мала.
- **Уведомление о беременности:** Работнице, которая забеременела во время работы на производстве, рекомендуется уведомить о беременности своего руководителя или старшего специалиста по радиационной безопасности как можно скорее после подтверждения беременности.
 - В отношении работника организация обязуется соблюдать конфиденциальность информации о беременности, а также не подвергать работника дискриминации по причине беременности.
 - Важно, чтобы организация знала о беременности как можно скорее, чтобы можно было регулировать дозовые нагрузки беременной работницы, в целях обеспечения защиты плода на ранней стадии.

Беременные и кормящие работницы



- **Оценка риска:** оценку риска необходимо провести по всем рабочим задачам сотрудника, в целях обеспечения защиты (аналогичной представителю населения) нерождённого ребенка от радиационного воздействия.
 - Доза для нерождённого ребенка не превышает 1 мЗв до конца беременности с момента уведомления объявления.
 - Оценка риска обеспечивает условия труда, при которых во время беременности вероятность случайных доз и поступления радионуклидов является чрезвычайно низкой.
 - Там, где это возможно, оценка риска должна проводиться с беременной работницей, ее супервайзером, сотрудником отдела кадров и старшим руководителем радиационно-опасного участка.

Беременные и кормящие работницы



- **Оценка риска:** рассмотреть аспекты деятельности работницы и дальнейшее облучение:
 - История облучения в ГСУ, к которой относилась работница;
 - Квалификация и опыт работницы, если необходим перевод на альтернативную работу;
 - Пожелания работницы касательно условий работы на срок беременности;
 - Любые медицинские условия или рекомендации, которые медицинское учреждение наложило на работницу на срок беременности; и
 - Облучение в других ГСУ, или других областях производства, где работница может выполнять задачи, соответствующие её способностям и где облучение является приемлемым.

Беременные и кормящие работницы



- **Мониторинг:** контролировать деятельность и рабочие места всех работниц на руднике через программу радиационного мониторинга.
 - Программа мониторинга должна предусматривать возможность оценки доз облучения менее 1 мЗв / год по всем путям облучения.
 - Из программы мониторинга - база данных результатов мониторинга и последующего контроля дозовых нагрузок для оценки риска.
 - Данные, необходимые для оценки риска, - результаты прошлого ежегодного контроля и недавние результаты для ГСУ или в местах, где может находиться беременная работница.
 - Любые изменения в данных во времени должны быть оценены, чтобы определить, были ли какие-либо краткосрочные колебания, которые могли бы спровоцировать рост дозовых нагрузок работницы за короткий период времени (менее шести месяцев).

Беременные и кормящие работницы



- **Мониторинг:**

- Поскольку мониторинг ГСУ и мест на руднике уже является частью программы радиационного мониторинга, нет необходимости в дополнительном мониторинге тех мест, где находятся беременные работницы.
- Необходимо знать в каких зонах могут находиться беременные работницы, в случае выявления недостатков в программе мониторинга адекватный мониторинг этих зон должен быть обеспечен.
- Наблюдение за этими зонами и результаты программы мониторинга необходимы для оперативного выявления и контроля незначительных отклонений, которые могут привести к недопустимому росту дозовых нагрузок.
- Ожидается, что руководитель отдела радиационной безопасности предприятия и беременная работница проводят встречи до окончания периода беременности в целях совместного анализа результатов мониторинга, для того чтобы убедиться, что дозовые нагрузки соответствуют первоначальной оценке риска.

Ключевая информация



- Необходимо разработать и актуализировать программу мониторинга в уранодобывающей и перерабатывающей промышленности.
- Это единственный способ обеспечить устойчивый характер и безопасность условий труда.
- Обязанности должны быть тщательно задокументированы, будучи основным элементом программы радиационной защиты (например, руководство, работники), основываясь на информации об условиях труда.
- Соблюдение требований регулярности - НЕ единственная цель программы мониторинга.
- Оценка дозы требует наличия договоренностей с утвержденными/уполномоченными организациями технической поддержки (TSO) и информации о путях облучения.
- Беременные и кормящие женщины из числа персонала нуждаются, начиная с момента уведомления, в специальных мероприятиях (мониторинг и оценка дозовых нагрузок).

Контрольные вопросы



- Разработать план мониторинга и оценки дозы для разведочного предприятия
- Разработать программу мониторинга
 - Какие рабочие группы?
 - Каковы методы мониторинга для различных путей поступления?
 - Используете ли вы мониторинг отдельных лиц, рабочих групп или рабочих зон?
 - Какова частота мониторинга?
 - Как вы рассчитываете дозу?

Ответы на контрольные вопросы



- Разработать план мониторинга и оценки дозы для разведочного предприятия
 - Программа бурения на низкопробном месторождении с соответствующим складом и вахтовым городком за пределами площадки
 - Ударное воздушное бурение с отбором проб из осколков, собранных и хранящихся в двух транспортных контейнерах
 - 2 смены по 12 часов в день, 4 бурильщика (всего 8) (1 ведущий, 2 монтажника и 1 геолог в смену), 4 сотрудника склада (2 геолога, 1 инспектор по безопасности {и специалист по радиационной безопасности (RPO) на площадке} и один руководитель / начальник площадки), и 2 работника вахтового городка (всего 4) (1 повар и 1 из числа всех остальных в каждую смену)
 - Программа бурения реализуется в течение 6 месяцев с графиком 5 на 5, за исключением персонала склада, работающего с понедельника по пятницу.

Программа мониторинга



- Какие рабочие группы?
- Каковы методы мониторинга для различных путей поступления?
- Используете ли вы индивидуальный мониторинг, мониторинг рабочей группы или рабочей зоны?
- Какова частота мониторинга?
- Как рассчитать дозу?

Модельный ответ: Программа мониторинга



Подход к мониторингу

Рабочая группа	Гамма	ДПР	ПДЖР	Комментарии
Бурильщики	ТЛД для всех	Трековые детекторы альфа-частиц (для радона) на участках	Усредненное по рабочей группе (по данным индивидуального пробоотбора воздуха)	
Работник склада	ТЛД для всех	Трековые детекторы альфа-частиц (для радона) на участках	Усредненное по рабочей группе (по данным индивидуального пробоотбора воздуха)	Принудительная вентиляция для транспортных контейнеров
Персонал вахтового городка	Определение фоновых значений и использование ТЛД	Трековые детекторы альфа-частиц (для радона) для определения фоновых значений	Нет мониторинга	Расположение вахтового городка с подветренной стороны от участка бурения; принимается в качестве фона

Частота мониторинга

Рабочая группа	Гамма	ДПР	ПДЖР	Комментарии
Бурильщики	Непрерывный	3 ежемесячно	Индивидуальный пробоотбор 2 раза в день	На 2 дня только один пробоотборник, используемый для работника склада
Складской рабочий	Непрерывный	3 ежемесячно	Индивидуальный пробоотбор 2 раза в день	Используйте пробоотборник, что и для бурильщиков
Персонал вахтового городка	отсутствует	отсутствует	отсутствует	Фон

Модельный ответ: Расчет дозы



- Рассчитать время, проведенное на рабочем месте (бурильщик = $12\text{ часов} \times 90\text{ дней}$ в поле = 1080 ч , для работника склада = $12\text{ часов} \times 5\text{ д/неделя} \times 26\text{ недель} = 1560\text{ ч}$)
- Для гамма, используйте результат индивидуального мониторинга (ТЛД)
- Радон можно не принимать в расчет, если значения существенно не отличаются от вахтового городка, в противном случае используйте концентрацию радона ($\text{Бк}/\text{м}^3$) на рабочем месте (участок бурения или склад) за вычетом фона (вахтовый городок) и умножьте на коэффициент дозового преобразования (ICRP Occupational Intakes of Radionuclides) и время работы.
- Для ПДЖР, используйте измеренную активность в воздухе ($\text{Бк}/\text{м}^3$ для исходного нуклида цепочки распада) (или, если измерения не проводились, рассчитать: концентрация пыли * содержание в руде по высшему сорту руды); предположим, что U находится в равновесии; и умножьте на коэффициент дозового преобразования ($\text{мЗв}/\text{Бк}$) и время (ч) и стандартную скорость дыхания человека ($1,2\text{ м}^3/\text{ч}$)
- Учтите поступление по 3 путям, чтобы получить общую дозу



IAEA

International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Спасибо!

